

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-335340

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/324  
C23C 16/46  
C23C 16/52  
G05D 23/22  
H01L 21/205  
H01L 21/22  
H01L 21/31

(21)Application number : 09-157634

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 30.05.1997

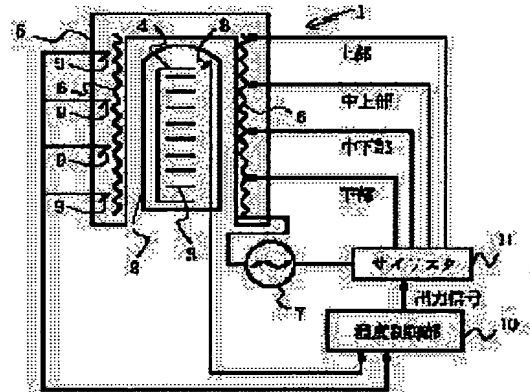
(72)Inventor : UENO MASAOKI  
NAKANO MINORU  
YOKOGAWA KAZUHIRO

## (54) TEMP. CONTROLLER FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a temp. controller for a semiconductor manufacturing apparatus which suppresses troubles due to the delay of a digital filter for filtering signals detected by a temp. detector.

**SOLUTION:** In a semiconductor manufacturing apparatus having a heater 5 to heat a substrate 3 for specified treatments, temp. detectors 8, 9 detect the heating temp., an A/D converter converts this detected signal into a digital signal to be fed to a digital filter for filtering the input signal to provided an output signal, which is fed to a thyristor 11 for adjusting the power to be fed to the heater 5 according to the input signal. This filter has a time const. T, corresponding to the delay in filtering, but the time const. is changed by a controller in accordance with the process step which the semiconductor manufacturing apparatus 1 executes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-335340

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H 0 1 L 21/324		H 0 1 L 21/324 T
C 2 3 C 16/46		C 2 3 C 16/46
	16/52	16/52
G 0 5 D 23/22		G 0 5 D 23/22 Z
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-157634

(22) 出願日 平成9年(1997)5月30日

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 上野 正昭

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

(72) 発明者 中野 稔

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

(72) 発明者 横川 和弘

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

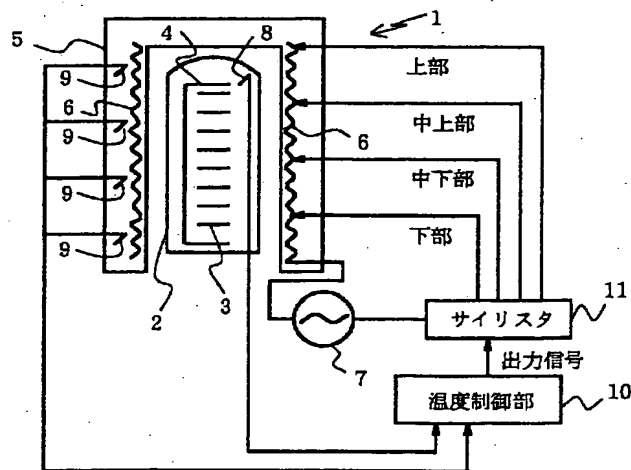
(74) 代理人 弁理士 守山 辰雄

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置の温度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 デジタルフィルタの遅延による弊害を抑制して、温度検出器からの検出信号をデジタルフィルタによりフィルタリングする半導体製造装置の温度制御装置を提供する。

【解決手段】 基板3をヒータ5により加熱して所定の処理を施す半導体製造装置1において、温度検出器8、9によって加熱温度を検出し、この検出信号をA/D変換部12でデジタル信号へ変換してデジタルフィルタ14へ出力する。デジタルフィルタ14は入力された信号をフィルタリングして、フィルタリングした出力信号をサイリスタ11へ出力し、サイリスタ11が入力された信号に応じてヒータ5へ供給する電力を調節する。このデジタルフィルタ14はフィルタリングの遅延量に対応する時定数Tを有しているが、この時定数は制御部15により半導体製造装置1が実行している処理ステップに応じて変更される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理対象の基板をヒータにより加熱して所定の処理を施す半導体製造装置において、前記加熱温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段による検出信号をデジタル信号へ変換するアナログ・デジタル変換手段と、前記アナログ・デジタル変換手段からの出力信号をフィルタリングするデジタルフィルタと、前記デジタルフィルタの時定数を前記半導体製造装置が実行している処理ステップに応じて変更してフィルタリングに要する遅延時間を変更させる時定数変更手段と、前記デジタルフィルタからの出力信号に応じて前記ヒータへ供給する電力を調節する電力調節手段と、を備えたことを特徴とする半導体製造装置の温度制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、処理対象の基板を加熱して拡散CVD、アニール等と言った所定の処理を施す半導体製造装置に関し、特に、処理ステップに応じた特性でヒータへの電力供給制御を行う温度制御装置に関する。なお、本発明においては、処理対象の基板にはシリコンウェーハ等の半導体ウェーハの他にLCD用のガラス基板等も含まれ、また、半導体製造装置にはこのLCD用基板等に加熱状況下で所定の処理を施す製造装置も含まれる。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造装置には、半導体ウェーハ等の処理対象基板に拡散CVD、アニール等の加熱処理を伴う処理を施すものがある。このような半導体製造装置は、例えば、円筒状に形成された石英等から成る反応管の周囲を、SiC等から形成された均熱管で覆い、その周囲にヒータ及び断熱材等を配置した構成とされており、反応管内に処理対象の基板を収容して、ヒータに電力を供給することにより加熱している。基板に所定の処理を行う処理プロセスには、例えば、反応管内へ基板を装填するステップ、反応管内部を所定のプロセス温度まで上昇させるステップ、反応管内部を所定のプロセス温度に維持するステップ、反応管内部を所定のプロセス温度から降下させるステップ、反応管内から基板を引き出すステップ等と言ったように、時系列的に種々な処理ステップが含まれる。

【0003】従来から、このような各処理ステップにおいて要求される温度を実現するため、反応管の内部及び外部に温度検出器を設置し、これら温度検出器からの信号を電力調節部へ入力し、検出された温度に基づいて電力調節部がヒータに供給する電力を制御して、反応管の内部温度が所定値となるように制御していた。なお、反応管の長手方向を幾つかの領域に分割し、各領域毎にヒータへの電力供給を制御して、反応管を領域毎に温度制

御することも行われていた。

【0004】ここで、従来にあつては、温度検出器から電力調節部へ入力される検出信号にノイズがのってしまい、電力調節部によるヒータ制御の精度が悪化してしまうという問題があった。例えば、半導体製造装置の工場内での配置によっては、温度検出器と電力調節部とを接続する信号線がかなり長くなり、この信号線が他の種々なユニットや電源の近傍にとり回されて、信号線で伝送される検出信号がこれら電源等からのノイズを受けてしまっていた。また、工場での配置スペースを縮小化するために半導体製造装置を小型化する要請があるが、このような小型化を図ることによっても、温度検出器からの信号線が他の種々なユニットや電源の近傍にとり回されることになり、信号線で伝送される検出信号にノイズがのってしまうこととなる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなノイズ対策としては、一般的に、温度検出器から入力される検出信号をフィルタリングして、ノイズを除去することが行われる。そして、一般に熱電対等から成る温度検出器での検出信号はアナログ信号であること、また、制御を高精度且つ迅速な処理の下に行うために、電力調節部ではデジタル信号処理が行われること等から、検出信号のフィルタリングには、これらの条件を大きな変更等を必要とすることなく満たすことができるデジタルフィルタが用いられる。

【0006】しかしながら、デジタルフィルタにはフィルタリング処理において遅延が生ずるという性質を有しているため、温度検出器からの検出信号を単純にデジタルフィルタを通して電力調節部へ入力する場合には、反応管での実際の温度に対してヒータへの電力供給制御が遅延してしまい、処理ステップの進行に応じて反応管の内部温度を制御するという本来の機能を損なってしまうという問題があった。

【0007】本発明は上記従来の事情に鑑みなされたもので、デジタルフィルタの遅延による弊害を抑制して、温度検出器からの検出信号をデジタルフィルタによりフィルタリングする半導体製造装置の温度制御装置を提供することを目的とする。また、本発明は、デジタルフィルタによるフィルタリングを実現することで、半導体製造装置の設置位置の自由度を増大し、また、半導体製造装置の小型化を実現する温度制御装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係る温度制御装置は、処理対象の基板をヒータにより加熱して所定の処理を施す半導体製造装置において、温度検出手段によって加熱温度を検出し、この検出信号をアナログ・デジタル変換手段でデジタル信号へ変換してデジタルフィルタへ出力する。そして、デジ

タルフィルタは入力された信号をフィルタリングして、フィルタリングした出力信号を電力調節手段へ出力し、電力調節手段が入力された信号に応じてヒータへ供給する電力を調節する。

【0009】このデジタルフィルタはフィルタリングの遅延量に対応する時定数を有しているが、この時定数は時定数変更手段により半導体製造装置が実行している処理ステップに応じて変更される。したがって、例えば一定の温度を維持する処理ステップのように遅延が許容できる処理ステップでは、時定数を遅延が大きくなる値として大きなフィルタリング効果を得てノイズを除去した正確な温度制御が実現され、また、例えば正確なタイミングで温度を変化させる処理ステップでは、時定数を遅延が小さくなる値としてフィルタリング効果は抑えられるが、遅延の少ない温度制御が実現される。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】縦型半導体製造装置に適用した、本発明に係る温度制御装置の一実施形態を図面を参照して説明する。まず、図1に示すように、縦型半導体製造装置1には、円筒状の反応管2と、処理対象の基板3を多数枚保持して反応管2の内部に装填されるポート4と、反応管2の周囲に配置された円筒状のヒータ5と、が備えられている。この半導体製造装置1では、ポート4を図外のエレベータ機構で昇降させることにより、多数枚の基板3をポート4に装填した状態で反応管2の内部に収容させ或いは反応管3の内部から引き出すようになっており、ヒータ5のヒータ素線6に電源7から電力を供給することにより反応管2（すなわち、内部に収容した基板3）を加熱するようになっている。なお、反応管2とヒータ5との間に均熱管を配置する半導体製造装置もあるが、本例では均熱管は配置されていない。

【0011】反応管2の内部には熱電対から成る内部温度検出器8が設けられ、また、ヒータ部（すなわち、反応管2の外部）には熱電対から成る外部温度検出器9が設けられている。なお、本例では、反応管2の長手方向を4つの領域（上部、中上部、中下部、下部）に分割し、各領域毎にヒータ5への電力供給を制御して反応管2を領域毎に温度制御するようにしているため、外部温度検出器9もこれらの領域に対応して4つ設けられている。

【0012】これら内部温度検出器8及び外部温度検出器9で検出された温度はアナログ値の検出信号として温度制御部10に入力されており、温度制御部10によってこれら検出信号に後述するようなデジタル信号処理が施される。そして、温度制御部10からデジタル信号処理を施した結果として出力信号がサイリスタ（電力調節手段）11へ出力され、このサイリスタ11が電源7からヒータ5の各領域に供給される電力を調整する。したがって、内部及び外部の温度検出器8、9、温度制御部10、サイリスタ11から成る温度制御装置によって、

半導体製造装置1のヒータ5による加熱温度が温度検出器8、9での検出温度に基づいて制御される。

【0013】温度制御部10は半導体製造装置1に付設されるコントローラ内に設けられており、図2に示すような構成を有している。温度制御部10は、内部温度検出器8及び外部温度検出器9からのアナログ検出信号をデジタル信号に変換するA/D変換部12と、変換されたデジタル信号を主にフィルタリング処理する演算部13とを備えている。更に、演算部13はデジタルフィルタ14と制御部15とを有しており、制御部15による制御によって、温度検出器8、9からの温度変化状況に対応して予め設定された処理プロセスの条件に従ってヒータ5への電力供給量が決定される。また、制御部15はデジタルフィルタ14の時定数を変更する機能も有しており、制御部15はデジタルフィルタ14の時定数を半導体製造装置1が実行している処理ステップに応じて変更する。

【0014】制御部15は、図3に示すstepテーブルを有しており、このテーブルに記述された時定数を用いてデジタルフィルタ14の時定数を変更する。stepテーブルには、半導体製造装置1が実行する処理プロセスの各ステップに対応した時定数が予め記述されており、各処理ステップを示すステップ番号に対応付けて、デジタルフィルタ14に設定する時定数（T）、当該処理ステップが実行される時間、が記述されている。例えば、最初に実行される処理ステップ“step1”においては、デジタルフィルタ14の時定数はT1に変更され、当該時定数T1での処理ステップはt1の時間継続することが予め設定されている。

【0015】ここで、本例では図5に示すように、ポート4を上昇させて反応管2内に基板3を装填する処理ステップを“step1”とし、この反応管2の内部を所定のプロセス温度まで所定の勾配で上昇させるランピングの処理ステップを“step2”とし、このプロセス温度を安定して維持する熱処理の処理ステップを“step3”とし、このプロセス温度から所定の勾配で温度を降下させるランピングの処理ステップを“step4”とし、ポート4を降下させて反応管2内から引き出す処理ステップを“step5”としている。

【0016】デジタルフィルタ14は本例では一次遅れフィルタを用いており、その時定数Tに応じてフィルタリングした信号が本来の信号値に回復するまでの制御遅れ時間が生ずる。図4に示すように、ステップ状に変化するデジタル信号20をフィルタリングすると、フィルタリング後の信号21はデジタル信号20の値まで到達するのに制御遅れ時間が生ずる。時定数Tはステップ状のデジタル値Yの0.63倍の値0.63Yに到達するまでの時間で表しており、デジタルフィルタ14は、時定数Tが大きくなるに従って、フィルタリングによってノイズ成分をより多く除去することができる反面、制御

遅れ時間が大きくなり、また、時定数Tが小さくなるに従って、フィルタリングによってノイズ成分を除去する能力が低下する反面、制御遅れ時間が小さくなって温度制御のレスポンスが向上するという特性を有している。なお、時定数Tをゼロとした場合にはデジタルフィルタが無いのと等価となる。

【0017】このようなデジタルフィルタ14の特性に基づいて、温度制御に遅れ時間が生じてしまうことが好ましくない処理ステップについては時定数Tを大きく設定し、温度安定期等のように制御遅れ時間がさほど問題とならない処理ステップについては時定数Tを小さく設定する。すなわち、本例では、温度を安定させて基板3に所定のプロセスを行う処理ステップ"step 3"では時定数Tを大きな値T3に設定し、温度が冷めた状態のポート4を上昇させることにより反応管2の温度過渡期となる処理ステップ"step 1"では制御遅れ時間をなくするために時定数Tを小さな値T1=0に設定し、ランピングを行う処理ステップ"step 2"と"step 4"では半プロセス状態となるためT3とT1との中間値の時定数T2に設定するようにしている。なお、処理ステップ"step 5"については、基板3のプロセス処理にさほど影響を与えないので、時定数Tは比較的大きな値T4に設定される。

【0018】上記構成の温度制御装置によれば、コントローラによる制御の下にレシピ等で設定されたプロセス処理のスケジュールに従って、半導体製造装置1が図5に"step 1"から"step 5"として示す一連の処理ステップを実行すると、内部温度検出器8及び外部温度検出器9からの検出信号(温度情報)がA/D変換部12を介して温度制御部10に逐次入力される。温度制御部10はこの検出信号をデジタルフィルタ14でフィルタリングし、図5中に線SVで示す所定のプロセス温度特性を実現するように、サイリスタ11へ出力信号を出力し、サイリスタ11に当該温度特性SVとなるようにヒータ5への電力供給量を調節させる。なお、図5には、ヒータ5による加熱温度の変化が線PVで示してある。

【0019】ここで、上記のデジタルフィルタ14によるフィルタリングでは、制御部15が上記のプロセス処理スケジュール及びstepテーブルの各処理ステップ毎の時間を参照して各処理ステップの切り換えタイミングを検出し、各処理ステップ毎に、stepテーブルに設定されている時定数Tを用いてデジタルフィルタ14の時定数を変更する。この時定数の変更により、例えば、ポート4を反応管2内に装填する処理ステップ"step 1"では、温度検出器8、9から得られた検出信号には温度成分の他にノイズ成分も含まれたままではあるが、当該検出信号に基づいて迅速に温度制御が実行され、実際の温度変化を所定のプロセス温度特性SVに追従したものとすることができる。また、例えば、温度を

安定化させる処理ステップ"step 3"では、温度検出器8、9から得られた検出信号からノイズ成分がほぼ除去され、当該検出信号に基づいて、実際の温度を所定のプロセス温度特性SVで規定される温度に安定させて維持することができる。

【0020】なお、図6には、デジタルフィルタ14によってフィルタリングする前のデジタルデータ(a)と、デジタルフィルタ14によってフィルタリングした後のデジタルデータ(b)とを示してある。このフィルタリングは、例えば(a)のデータ値Aのように他のデータ値からかけ離れたものを他のデータ値を参照して時定数に従って補正する処理であり、例えばデータ値Aをサンプリング期間が1つ前のデータ値Bと時定数を加味してデータ値Cに補正する。すなわち、具体的なフィルタリング処理では、時定数Tをサンプリング間隔 $\theta$ で除した値を係数 $\alpha (=T/\theta)$ として、(データ値A + ( $\alpha \times$ データ値B)) / ( $1 + \alpha$ )をデータ値Cとする処理を行う。

【0021】なお、上記した実施形態では本発明を縦型半導体製造装置に適用した例を示したが、本発明を適用する半導体製造装置の形式には特に限定はなく、加熱処理を行う半導体製造装置であれば本発明は広く適用することができる。また、上記した実施形態ではデジタルフィルタとして一次遅れフィルタを示したが、この一時遅れフィルタが最も好ましい態様ではあるが、他のフィルタを用いることもできる。また、上記した実施形態では内部温度検出器と外部温度検出器とを備えた例を示したが、本発明では、半導体製造装置の実際の加熱温度を検出できる検出手段を備えていればよく、特に上記の例に限定されるものではない。

#### 【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、デジタルフィルタの時定数を処理ステップに応じて変更するようにしたため、温度検出手段の検出信号からノイズ成分を除去するという要求と、処理ステップの進行に応じて温度制御を遅延を少なくして行うという要求とを共に満たすことができる。そして、このようなデジタルフィルタによるフィルタリングを実現することで、ノイズ発生源の電源等をさほど考慮する必要がなくなり、半導体製造装置の設置位置の自由度が増大し、また、半導体製造装置の小型化を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る半導体製造装置の構成を示す図である。

【図2】 本発明の一実施形態に係る温度制御装置の構成を示す図である。

【図3】 本発明の一実施形態に係る時定数テーブルの一例を示す図である。

【図4】 時定数を説明する図である。

【図5】 本発明の一実施形態に係る時定数と加熱温度

との関係を示す図である。

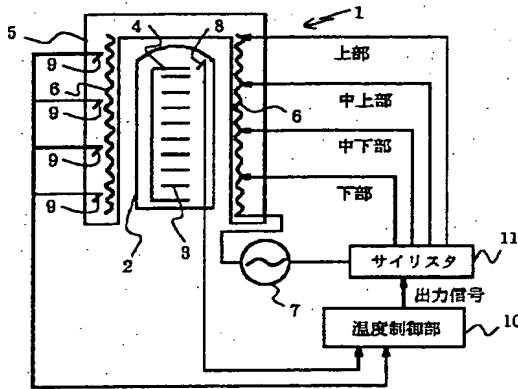
【図6】 フィルタリング前とフィルタリング後のデータを示すグラフである。

【符号の説明】

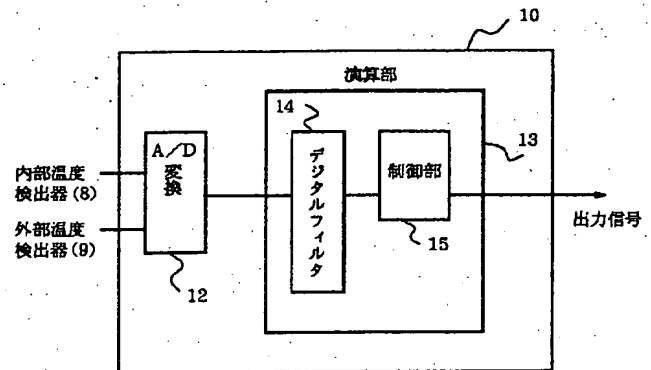
1・・・半導体製造装置、 2・・・反応管、 3・・・基板、 4・・・ポート、 5・・・ヒータ、 7・・・

・電源、 8・・・内部温度検出器、 9・・・外部温度検出器、 10・・・温度制御部、 11・・・サイリスタ（電力調節手段）、 12・・・A/D変換部、 14・・・デジタルフィルタ、 15・・・制御部（時定数変更手段）、

【図1】



【図2】

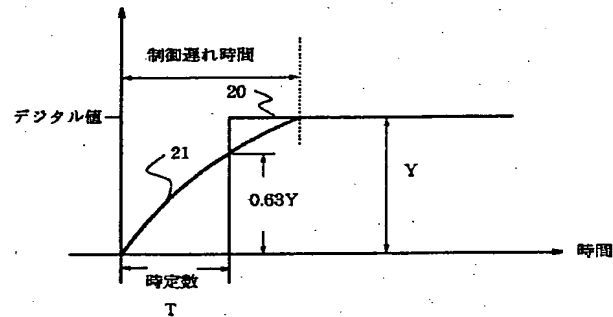


【図3】

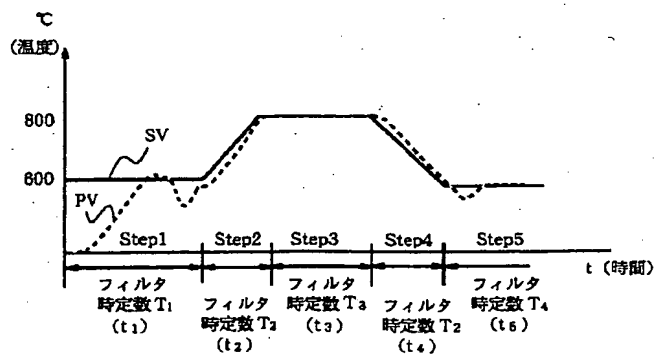
Stepテーブル

ステップ番号	時定数 (T)	時間
Step1	$T_1$	$t_1$
Step2	$T_2$	$t_2$
Step3	$T_3$	$t_3$
Step4	$T_2$	$t_4$
Step5	$T_4$	$t_5$
〜	〜	〜

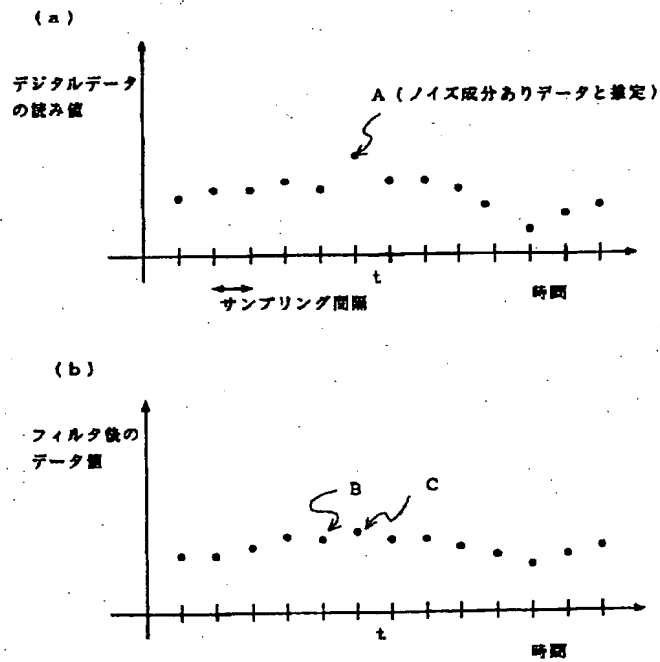
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/22  
21/31

識別記号

5 0 1

F I

H 0 1 L 21/22  
21/31

5 0 1 A

B